УДК 624.131

ХАРАКТЕРИСТИКА ТОРФЯНЫХ ГРУНТОВ ВАСЮГАНСКОГО БОЛОТА (МЕЖДУРЕЧЬЯ БАКЧАР-ИКСА-ШЕГАРКА)

В.В. Крамаренко

Томский политехнический университет
Тел.: (382-2)-56-38-40

Приводятся результаты изучения водно-физических и деформационных свойств торфов восточной части Васюганского болота. Выявлены взаимосвязи между показателями сжимаемости торфов и характеристиками их состава и состояния, предложена методика прогнозирования деформации сжатия торфов.

В последние годы резко возрастает интерес к исследованиям Васюганских болот, что связано с различными аспектами – экологическими, гидрогеологическими и гидрологическими исследованиями, комплексным использованием торфа, изучением изменения климата. В то же время освоение новых газонефтяных месторождений Томской области неизбежно связано со строительством магистралей, ЛЭП, поселков на заболоченных территориях, что вызывает необходимость изучения физико-механических свойств торфяных грунтов.

Характеризуемые болотные массивы расположены на слабо расчлененной равнине эоплейстоцен-ранненеоплейстоценового возраста, на плоских междуречьях р. Бакчар-Икса (участок 5 у с. Бакчар торфоместорождения (ТМР) Васюганское) и Икса-Шегарка (участки 5 и 6 у с. Плотниково ТМР Васюганское и ТМР Плотниковское) [1]. Массивы имеют сложную конфигурацию, несколько вытянутую вдоль водоразделов, с многочисленными внутренними суходолами.

Подстилающие отложения представлены слабо карбонатными суглинками и глинами смирновской толщи, а также аллювием террас. Среди суглинков отмечаются легкие, легкие и тяжелые пылеватые разности коричневого и серого цвета тугопластичной, мягкопластичной и текучей консистенции. Иногда подстилающими породами являются сапропели.

Грунтовые воды находятся на глубине более 10 м и могут подпитывать болота, по-видимому, только в наиболее глубоких участках – центрах болотообразования. Таким образом, питание междуречных массивов, в основном, происходит за счет атмосферных осадков и поступления поверхностно-сточных вод с водосборной площади. Питание болот в долинах рек смешанное, включая воды нижележащих напорных горизонтов. Дренирование вод осуществляется в речную сеть, а также в осушительные каналы и канавы, проведенные при лесомелиоративных работах. Основными водоприемниками являются рр. Икса, Шегарка, Бакчар.

Согласно районированию территории по современному заболачиванию, проведенному Ю.А. Львовым [2], рассматриваемая площадь относится к Иксинскому болотному району, представленному комплексными болотными системами с двучленной залежью на междуречьях и евтрофными осоково-гипновыми системами в поймах рек. Проанализировав данные, полученные Горьковской ГРЭ, Ю.И. Прейс [3] пришла к выводу, что на месторождениях нижние слои залежи, в основном, представлены переходными и верховыми торфами, редко низинными. Очагами заболачивания чаще служили водоемы, о чем свидетельствуют подстилающие отложения сапропеля. Возраст торфа на таких участках месторождения Плотниковского составляет 5200...4800 лет, месторождения Семеновского – 7180±190 лет [4]. На начальной стадии образования торфяные массивы представляли собой редкие изолированные болота, где шло накопление древесных, древесно-осоковых и осоковых видов торфа низинного типа. При этом питание болот происходило, в основном, за счет атмосферных осадков, что привело к образованию и широкому распространению залежей переходного, смешанного и верхового типов. Под влиянием избыточного увлажнения болота постепенно разрастались, сливаясь воедино. По мнению Е.Д. Лапшиной [5], низинные болотные массивы вступили в переходную и верховую стадии развития около 2000...1500 лет назад. Переходный тип торфа представлен осоково-сфагновым, осоковым, древесно-осоковым, древесно-сфагновым, пушицево-сфагновым и сфагновым видами, верховой – фускум, магелланикум, ангустифолиум, реже комплексным, пушицево-сфагновым, сосново-сфагновым.

В результате проведенных работ получены данные, характеризующие состав и свойства 11 наиболее распространенных видов торфа верхового, низинного и переходного типов, отобранных на четырех месторождениях Иксинского района. Краткая характеристика ТМР приведена в таблице 1 [1].

Так как торфяные грунты в лабораторных условиях подвержены быстрому распаду, исследования деформации сжатия проводили по методике сокращенных компрессионных испытаний, изложенной в работе [6]. Обработку результатов испытаний выполняли согласно рекомендациям И.С. Комарова [7].

В результате статистической и графической обработки полученных данных были построены компрессионные кривые вида

$$e_i = e_o - a \ln (P_i / P_c),$$

где e_i – коэффициент пористости при нагрузке P_i, e_o – начальный коэффициент пористости, a – коэффициент компрессии, P_c – начальный параметр компрессионной кривой, соответствующий структурной прочности грунта.

В таблице 2 для изученных видов торфа приведены параметры компрессионной кривой (e_0, P_c, a), фильтрационные показатели ($k_ф$), а также зольность (D_{as}), плотность скелета (ρ_d) и степень разложения торфа (D_{dp}).

Анализ полученных данных показал, что для торфов характерна нормальная зольность от 0,8 до 15 %, в среднем около 4,9 %, за исключением обтузума.

Все исследованные образцы торфа обладают общекислотной агрессией (pH=2,9...5,0), которая несколько слабее у торфов древесной и травяной групп. Самые минимальные значения pH отмечены у пушицево-сфагнового, магелланикум, обтузум и травяного торфа.

Таблица 1. *Характеристика торфоместорожений Иксинского болотного района*

Название ТМР	Тип залежи	Площадь, га	Мощность залежи, м		Степень разложения D_{dp}, %	Зольность D_{as}, %	Влажность W, %
			средняя	максимальная			
Васюганское, участок 5 у с. Плотниково	Все типы	26470	2,50	7,60			
	Верховая	14151	2,78		14	3	92,8
	Низинная	1152	1,26		32	8	88,7
	Смешанная	1241	2,20		22	5	91,7
	Переходная	1666	1,39		28	3	89,9
Васюганское, участок 6	Все типы	74687	2,29	5,90			
	Верховая	42146	2,53		13	4	91,9
	Низинная	8807	1,41		30	7	89,1
	Смешанная	5256	1,79		13	4	91,9
Васюганское, участок 5 у с. Бакчар	Все типы	17918	1,94	5,30	22	6	90,0
Плотниковское	Низинная	254	3,67		36	13	86,0

Таблица 2. *Характеристика торфяных грунтов*

Группа торфа	Вид торфа	pH	D_{dp}, %	D_{as}, %	ρ_d, г/см³	Коэффициенты фильтрации $k_ф$, (м/сут), в направлении:		Параметры компрессионной кривой			Аналоги для европейской части России [8]	
						вертикальном	горизонтальном	e_0	a	P_c, МПа	D_{dp}, %	e_0
Древесная	Березовый	3,7 / –	35 / –	7,7 / –	0,196 / 0,009	0,53	0,64	7,0 / 0,38	1,22 / 0,08	0,013 / 0,003	42 / 5,4	9,1 / 1,3
	Сосновый	4,7 / –	40 / –	7,0 / –	0,164 / 0,020	0,41	0,48	8,4 / 0,11	1,50 / 0,08	0,008 / 0,002		
Древесно-травяная	Древесно-осоковый	4,9 / –	19 / 5,3	6,6 / 1,10	0,124 / 0,010	1,21	1,18	11,6 / 1,16	2,21 / 0,47	0,006 / 0,003	35 / 7,7	11,1 / 3,3
Травяная	Травяной	3,1 / –	30 / –	6,7 / 0,00	0,186 / 0,010	1,12	1,10	7,3 / 0,50	1,35 / 0,10	0,014 / 0,005	–	–
	Осоковый	4,4 / –	25 / –	6,2 / –	0,079 / 0,009	3,56	1,75	18,8 / 1,95	2,85 / 0,13	0,002 / 0,001	28 / 8,7	11,7 / 2,9
Древесно-моховая	Древесно-сфагновый	4,1 / 0,8	30 / 8,5	4,6 / 2,13	0,140 / 0,030	0,30	0,28	10,3 / 2,16	1,97 / 0,55	0,006 / 0,003	35 / 7,7	11,1 / 3,3
Травяно-моховая	Осоково-сфагновый	3,3 / –	15 / –	3,2 / –	0,103 / 0,020	1,20	0,54	14,3 / 3,18	2,74 / 0,76	0,005 / 0,003	28 / 13,2	13,8 / 5,9
	Пушицево-сфагновый	2,9 / –	15 / –	0,9 / –	0,084 / 0,010	1,52	1,86	17,3 / 2,35	3,11 / 1,61	0,002 / 0,002	31 / 5,2	14,5 / 2,6
Моховая	Магелланикум	3,1 / 0,1	13 / 4,0	2,4 / –	0,084 / 0,020	0,94	1,26	18,0 / 4,09	2,82 / 0,95	0,001 / 0,001	16 / 6,9	18,6 / 5,9
	Сфагновый мочажин.	3,7 / –	13 / 2,6	3,3 / 0,90	0,116 / 0,030	0,57	0,65	12,8 / 3,29	2,56 / 0,73	0,003 / 0,002	9 / 1,7	20,5 / 6,2
	Обтузум	3,1 / –	15 / –	15,0 / –	0,108 / 0,008	1,98	0,81	13,9 / 1,13	2,17 / 0,26	0,003 / 0,002	–	–

Примечания: в числителе – средние значения показателей, в знаменателе – стандартное отклонение; для параметра а – стандартная ошибка. Буквенные обозначения параметров расшифрованы в тексте

Таблица 3. *Коэффициенты корреляции между показателями*

Параметры	Содержание растительных остатков, %			a	e_0	P_c	pH	H	D_{dp}	D_{as}
	травяных	древесных	моховых							
a	**–0,37**	**–0,17**	**0,47**	**1,00**						
e_0	**–0,49**	–0,14	**0,55**	**0,74**	**1,00**					
P_c	**0,35**	0,07	**–0,33**	–0,05	**–0,59**	**1,00**				
pH	**0,57**	–0,04	**–0,54**	**–0,40**	**–0,40**	**0,28**	**1,00**			
H, глубина отбора	**0,29**	–0,06	–0,16	0,05	–0,15	**0,30**	0,13	**1,00**		
D_{dp}	**0,55**	**0,35**	**–0,64**	**–0,52**	**–0,59**	**0,34**	**0,47**	0,17	**1,00**	
D_{as}	**0,33**	0,16	**–0,37**	**–0,34**	**–0,37**	**0,25**	**0,48**	–0,06	**0,43**	**1,00**

Примечание: полужирным шрифтом выделены значимые коэффициенты корреляции

По степени разложения торфа слабо- и среднеразложившиеся (D_{dp} =10...40 %), минимальные значения этого параметра отмечены у сфагновых и травяно-сфагновых торфов.

Плотность скелета (ρ_d) изменяется от 0,062 до 0,206 г/см³, максимальная характерна для березового, соснового и травяного видов, минимальная – для магелланикум и пушицево-сфагнового.

Максимальные коэффициенты фильтрации выявлены в торфах с более высокими коэффициентами пористости – осокового и пушицево-сфагнового видов, минимальные – в древесных торфах. Значительно преобладает вертикальная фильтрация в осоковом, осоково-сфагновом и обтузум-торфе.

Коэффициенты пористости изменяются от 6,6 до 23,7, максимальные значения отмечены у магелланикум, пушицево-сфагнового и осокового видов торфа. Для них же характерны максимальные коэффициенты компрессии. Большие коэффициенты компрессии выявлены также у сфагнового мочажинного и осоково-сфагнового видов торфа, хотя коэффициенты пористости у них меньше, чем у перечисленных выше видов торфа. Необходимо отметить, что образцы осокового торфа обладают довольно высокими значениями ρ_d, e_0, a, $k_ф$. Для осоковых видов торфа Томской области более типичны e_0=10,6, ρ_d=0,142 г/см³, a=2,12, как и в европейской части России. Большинство европейских аналогов, напри-

мер, древесно-осоковый, древесно-сфагновый, осоково-сфагновый и магелланикум-торф, имеют близкие коэффициенты пористости с западно-сибирскими торфами, что свидетельствует о стабильности этого параметра у рассматриваемых видов торфа.

В результате корреляционного анализа установлены зависимости между некоторыми характеристиками торфов Томской области. Наиболее тесные связи выявлены между коэффициентами компрессии и пористости, степенью разложения и содержанием остатков растений моховой группы (табл. 3).

Ботанический состав торфов оказывает существенное влияние на их компрессионные свойства (см. рисунок). Коэффициент компрессии имеет прямую корреляционную зависимость от содержания остатков и обратную – от травяных осттков.

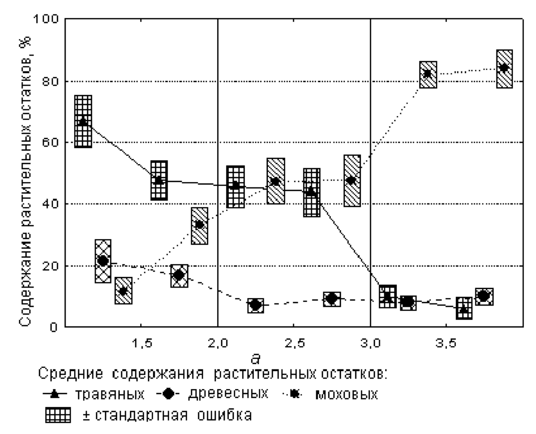


Рисунок. *Зависимость коэффициента компрессии от ботанического состава торфа*

Можно отчетливо выделить три типа торфов по сжимаемости, с определенными количественными и качественными особенностями ботанического состава. В первых двух интервалах, т.е. при коэффициентах компрессии менее 3, доминируют торфа низинного типа, в III типе – встречаются только верховые торфа. Во всех случаях наиболее представительным является топяной подтип.

I тип – a≤2. Коэффициенты компрессии менее 1,5, характерны для торфов травяной и древесной групп, представленных древесно-травяным, березовым, травяным, сосново-сфагновым, шейхцериевым и древесно-гипновым видами. При значении a от 1,5 до 2 несколько уменьшается содержание древесных и травяных остатков, и увеличивается мхов (гипновых). Широкое распространение получают осоковые, древесно-осоковые, сосновые, гипновые, пушицево-сфагновые и древесно-сфагновые торфа. Коэффициент пористости, в среднем, около 10, степень разложения – 28 %, зольность – 8,2 %, pH – 4,4, плотность скелета торфа – 0,147 г/см^3.

II тип – 2<a<3. Количество травяных остатков стабилизируется, древесных – уменьшается, моховых возрастает. Характерно приблизительно равное содержание торфообразователей моховой, травяной и травяно-моховой групп, незначительное – древесной, которое остается неизменным и в следующем интервале. В целом, доминируют осоковые и осоково-гипновые виды торфа, часто встречаются древесно-сфагновые, магелланикум, фускум и комплексный торфа. Коэффициент пористости около 13, степень разложения – 23 %, зольность – 8 %, pH – 4,0, плотность скелета торфа – 0,119 г/см^3.

III тип – a≥3. Резко падает содержание травяных остатков и также резко возрастает моховых, стабилизируясь при дальнейших повышениях коэффициентов компрессии. Преобладают верховые торфа моховой, травяно-моховой и травяной группы. Доминирующими видами являются фускум, ангустифолиум, магелланикум, встречаются сфагновые мочажинные, древесно-сфагновые торфа, шейхцериевые и пушицевые торфа. Коэффициент пористости около 19, степень разложения – 14 %, зольность – 4 %, pH – 3,3, плотность скелета торфа – 0,08 г/см^3.

По результатам проведенных исследований составлена характеристика торфяных грунтов восточной части Васюганского болота, позволяющая по ботаническому составу и состоянию торфов прогнозировать их физические, фильтрационные и деформационные свойства. Выявлено, что главными факторами, определяющими деформацию сжатия торфяных грунтов, являются коэффициент пористости, процентное содержание торфов моховой группы, а также степень разложения. Выделены три типа торфов по сжимаемости и определены особенности их состава и свойств. Необходимо отметить, что в Васюганских болотных массивах встречаются все типы торфа. Однако наиболее широко распространены переходные и верховые торфа и особенно их сфагновые виды. Поэтому на Васюганском торфяно-болотном массиве преобладают торфа II и III типов по сжимаемости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Торфяные месторождения Томской области: Справочник / Под ред. В.Д. Маркова. – М.: Геолторфразведка, 1971. – 306 с.
2. Львов Ю.А. Болотные ресурсы // Природные ресурсы Томской области / Под ред. И.М. Гаджиева, А.А. Земцова. – Новосибирск: Наука, 1991. – 176 с.
3. Прейс Ю.И. Криогенез болотообразовательного процесса на территории Большого Васюганского Болота. Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / Под ред. М.В. Кабанова. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2002. – С. 45–64.
4. Carbon Storage and Atmospheric Exchange by West Siberian Peatlands / Editors: W. Bleuten and E. Lapshina. – Utrecht: Utrecht University, 2001. – 166 p.
5. Лапшина Е.Д., Мульдияров Е.Я. Основные этапы развития Большого Васюганского болота. Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / Под ред. М.В. Кабанова. – Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2002. – С. 36–45.
6. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах / Под ред. Э.К. Кузахметовой. – М.: Стройиздат, 1989. – 192 с.
7. Комаров И.С. Накопление и обработка информации при инженерно-геологических исследованиях. – М.: Недра, 1972. – 295 с.
8. Косов В.И. Статистическая оценка деформационных и фильтрационных характеристик торфов генетической классификации // Торфяная промышленность. – 1983. – № 11. – С. 14–16.